

<p>Année universitaire : 2020 - 2021</p> <p>Spécialité : Amélioration, Production et Valorisation du Végétal (APVV)</p> <p>Spécialisation (et option éventuelle) : Fonctionnement et Gestion des Agrosystèmes (FGA)</p>	<p>Mémoire de fin d'études</p> <p><input type="checkbox"/> d'ingénieur de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> de master de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement</p> <p><input type="checkbox"/> d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)</p>
---	--

Evaluation globale de la durabilité environnementale des systèmes bovins laitiers agroécologiques à l'échelle de l'exploitation à l'aide d'une adaptation de la méthode d'analyse du cycle de vie

Par : Aymeric Le Trocquer

Soutenu à Rennes, le 23/06/2021

Devant le jury composé de : Mme Safya Menasseri, M. Philippe Faverdin et M. Olivier Godinot

Président : Mme Safya Menasseri

Maître de stage : Julie Auberger

Enseignant référent : Olivier Godinot

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celles d'AGROCAMPUS OUEST et l'université de Rennes 1

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation
« Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France »
disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Table des matières

1. INTRODUCTION	1
1.1. Contexte	1
1.2. Systèmes d'étude	1
1.3. Concepts et méthodes mobilisés	3
1. MATERIEL ET METHODE	7
1.1. Définition et présentation de la méthode d'analyse du cycle de vie (ACV)	7
1.2. Contexte de l'étude et objectifs	7
1.3. Inventaire du cycle de vie (ICV)	9
1.4. Analyse des impacts du cycle de vie	11
1.5. Autres indicateurs	13
1.5.1. Les services écosystémiques.....	13
1.5.2. L'aspect social et l'aspect économique	13
1.5.3. Présentation des sujets d'études : les exploitations du CEDAPA.....	15
2. RESULTATS	17
2.1. Indicateur Social	17
2.2. Indicateur économique	17
2.3. Services écosystémiques rendus	19
2.4. Résultats de l'Analyse du cycle de vie	21
2.4.1. Comparaison des impacts environnementaux des exploitations CEDAPA	21
2.4.2. Comparaisons des impacts environnementaux des exploitations du CEDAPA et de données bibliographiques.....	21
2.4.3. Contribution des éléments du système aux impacts des exploitations.....	23
2.4.4. Analyse de sensibilité de l'exploitation de Cléguérec.....	27
2.4.5. Analyse de sensibilité de l'exploitation de Tonquédec.....	27
3. DISCUSSION	29
3.1. Indicateur social	29
3.2. Indicateur économique	29
3.3. Indicateur des services écosystémiques	31
3.4. Analyse du cycle de vie	33

4. BILAN DE L'ETUDE	37
5. CONCLUSION.....	39
6. BIBLIOGRAPHIE.....	41

1. Introduction

1.1. Contexte

L'agriculture contemporaine fait d'un côté face à une problématique de produire davantage pour répondre à la demande alimentaire de neuf milliards d'êtres humains d'ici 2050 (Corvalan et al, 2005). D'un autre côté l'agriculture doit être encadrée pour garantir une production qui limite ses impacts sur l'environnement. L'intensification et de la spécialisation de l'agriculture, apparus lors de la révolution verte, pour nourrir la population en période d'après-guerre montre des limites évidentes sur les impacts environnementaux (Stocker, 2013). L'agriculture est responsable de la majorité des émissions majeures de gaz à effet de serre, d'azote et de phosphore dans l'eau (Steffen et al 2015 et Foley et al 2011). Elle a pour conséquences une diminution de la biodiversité et un appauvrissement des sols.

Les systèmes agricoles sont particulièrement sensibles aux aléas climatiques (biodiversité, sur la qualité des ressources en eau, de la qualité de l'air, de la qualité des sols, etc...), aux crises sociales (sanitaire de 2020) et économiques (crises du lait de 2009 et 2015).

Les enjeux politiques, sociétaux et environnementaux poussent à trouver des solutions pour pallier aux problématiques de l'agriculture actuelle. Les solutions tendent à aller en direction d'une modification des pratiques agricoles en se basant sur des concepts innovants tel que l'agroécologie pour réussir à évoluer dans un contexte d'intensification écologique (Bommarco et al 2013).

Ceci remet en question les pratiques classiques pour s'inscrire dans un objectif de production plus résilient face aux aléas et plus durable pour garantir la pérennité de l'exploitation. L'agroécologie se présente alors comme une réponse évidente pour pallier aux difficultés des systèmes actuels (Wezel et al 2009).

1.2. Systèmes d'étude

Les systèmes laitiers sont potentiellement de bons exemples de systèmes agro-écologiques car ce sont des systèmes complexes qui lient à la fois la production végétale et à la fois la production animale. Les systèmes bovins laitiers bretons agro-écologiques se caractérisent par une part importante de prairies au sein de leurs exploitations, une plus grande autonomie fourragère, et une augmentation de la part d'herbe pour l'alimentation des vaches. Ces systèmes sont reconnus pour leurs bénéfices agronomiques et environnementaux (Gliessman et al, 2007). Néanmoins ils sont exposés à une dépendance vis à vis du climat, qui peut limiter la production d'herbe en période de sécheresse, et représenter une difficulté pour maintenir des prairies en bon état, lors du pâturage, en cas de période trop humide. Ces systèmes soulèvent donc des interrogations quant à leur capacité à être résilients face aux divers aléas et leur capacité à être durables face aux changements climatiques.

Un partenariat avec une association d'éleveurs avec des systèmes agroécologiques a donc été mis en place pour cette étude. Cette association c'est le Centre d'Etude pour un Développement Agricole Plus Autonome (CEDAPA) créé en 1982. Le CEDAPA vise comme objectif de produire autant en dépensant moins (Nathalie GOUEREC, 2012). Pour cela ils se basent sur des principes tels que nourrir les vaches le plus longtemps à l'herbe, loger les animaux sur paille plutôt que sur du lisier, favoriser les investissements productifs (fertilité du sol, semences, animaux) plutôt que sur du matériel, de l'engrais, des pesticides ou des bâtiments. Les éleveurs adhérents du CEDAPA ont une réelle volonté de s'appuyer sur des systèmes herbagers économes en intrants dans un souci de préservation de l'environnement pour valoriser leur production de lait.

1.3. Concepts et méthodes mobilisés

La résilience d'un système donné est définie par sa capacité d'absorption des perturbations, en préservant sa structure de base, et ses modes de fonctionnement, d'organisation, d'adaptation au stress et au changement (Salomon et al, 2007). Le concept de durabilité est défini par la capacité à répondre aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs, [...] et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir" (Brundtland 1987). La mobilisation de ces concepts de résilience et de durabilité pour l'évaluation des systèmes agricoles reste difficilement accessible actuellement, en raison de la difficulté de mise en place de méthodes pour une telle évaluation.

Le projet Eider a pour objectif de proposer une méthode pour évaluer conjointement la durabilité et la résilience de systèmes laitiers agro-écologiques en se basant des connaissances scientifiques et locales des systèmes étudiés, et en mobilisant le cadre méthodologique de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV). Le projet est porté par INRAE en partenariat avec le CEDAPA. Dans le cadre du projet EIDER, le stage va permettre de réaliser l'évaluation de la durabilité environnementale des exploitations de manière globale, en y incluant certains aspects des dimensions sociales et économiques. Cela permet de couvrir les trois composantes de la durabilité.

L'ACV permet de quantifier les impacts d'un produit ou d'un système tout au long de son cycle de vie : de l'extraction des matériaux jusqu'à la fin de sa durée de vie (cf. Figure 1). Elle permet d'identifier les phases qui produisent le plus d'impacts sur l'environnement. Cela permet de déterminer des priorités d'actions pour améliorer les performances environnementales du produit ou du système tout en maintenant sa viabilité (Jolliet et al 2017). Cette méthode est cadrée par les normes ISO 14040 et ISO 14044 (2006).

En comparaison avec d'autres méthodes d'analyses d'impacts sur l'environnement, l'ACV permet une analyse multicritère des impacts. Elle s'appuie sur un nombre important de polluants ainsi que de leur contribution à travers divers effets ou catégories d'impacts. L'ACV met en relation la fonction d'un produit et la performance environnementale de ce prodL'ACV se découpe en 4 étapes distinctes (Figure 2) :

Tout d'abord, la première étape consiste à définir les fonctions du système étudié en posant les problèmes, les objectifs et le contexte de l'étude. Une fois les fonctions du système identifiées, il faut traduire ces fonctions à travers une unité fonctionnelle (UF) judicieusement choisie pour sa pertinence vis à vis des problèmes et des objectifs préalablement définis. Les limites spatiales et temporelles du système étudié doivent être précisées.

Puis, la seconde étape vise à construire un inventaire des émissions et des extractions du produit tout au long du cycle de vie de vie du produit. Les émissions concernées sont dispersées dans l'air, l'eau et le sol. Les extractions concernent les matières premières aussi bien renouvelables que non renouvelables ainsi que l'utilisation des sols nécessaires tout au long du cycle de vie du système.

Ensuite, la troisième étape a pour but d'analyser les impacts du système en déterminant l'attribution des émissions à une ou plusieurs catégories d'impacts. Les émissions vont ensuite être pondérées par catégorie d'impact, c'est ce qui est appelé la caractérisation intermédiaire.

Enfin, la quatrième étape est l'interprétation des résultats, analyse de contribution de chacune des phases du système, identification des paramètres les plus influents de l'analyse d'impacts, tout en prenant en considération les limites de l'ACV.

L'analyse de cycle de vie est une méthode reconnue pour évaluer les impacts environnementaux des systèmes de production, et donc de se rapprocher de leur durabilité environnementale. La méthode est largement utilisée pour les systèmes agricoles. Cependant, l'ACV est conçue à l'origine pour l'analyse d'un produit, ce qui ne permet pas de prendre en compte les fonctionnalités multiples des exploitations agricoles.

Van der Werf et al, 2007 recommandent d'évaluer par ACV les impacts environnementaux d'un système agricole par unité de produit et par unité de surface occupée pour prendre en compte à la fois les fonctions productives de l'agriculture et ses fonctions d'entretien des espaces. Cependant l'analyse par unité de surface n'équivaut pas à une analyse de l'exploitation dans sa globalité. Cette échelle de l'exploitation agricole est essentielle pour tenir compte de ces fonctionnalités multiples (Stark et al 2019).

Il est nécessaire de choisir des critères et des indicateurs pertinents pour l'objectif d'étude pour analyser la durabilité des exploitations agricoles. (Acosta-Alba, 2011). On cherchera alors à compléter l'ACV par des indicateurs en relation avec les fonctions de ces systèmes (Loiseau et al 2013), et notamment à évaluer les services écosystémiques rendus par les infrastructures agro-écologiques.



Figure 1 : Schéma des différentes étapes du cycle de vie d'un produit

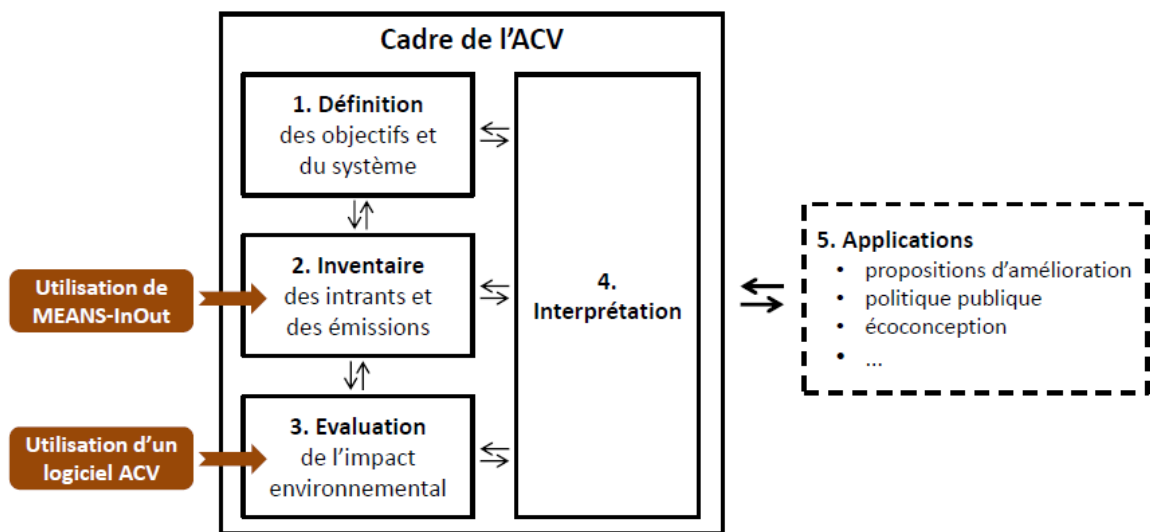


Figure 2 : Schéma des 4 étapes de l'ACV (Galland, 2019)

1. Matériel et Méthode

1.1. Définition et présentation de la méthode d'analyse du cycle de vie (ACV)

L'ACV est définie comme étant un outil évaluant l'impact environnemental d'un produit, d'un service ou d'un système en relation à une fonction précise et cela tout au long de son cycle de vie.

1.2. Contexte de l'étude et objectifs

Choix des systèmes

L'étude a été menée en collaboration avec différents partenaires, ce qui a permis d'effectuer un travail à travers des réunions avec neuf éleveurs et trois animateurs du CEDAPA et des chercheurs de INRAE/ACO. Nous avons choisi de prendre comme cas d'étude des membres de ce groupe pour leur motivation et coopération pour faciliter la collecte des grandes quantités de données pour réaliser les ACV de leurs exploitations.

Trois systèmes de production laitière vont être comparés. Ils ont notamment été choisis selon un gradient d'extensivité établi à partir de la part d'herbe dans l'exploitation et la production de lait par vache laitière et par an.

Fonctions des systèmes et choix de l'unité fonctionnelle

Les systèmes ont une fonction de production, puisqu'ils ont comme finalité la production du lait, de la viande et du fourrage, cette fonction classique sera prise en compte dans l'étude. Les autres fonctions des systèmes ont été définies suite aux échanges avec les éleveurs lors des deux réunions avec le CEDAPA.

Les éleveurs du CEDAPA ont montré une très forte envie de réduire les impacts sur l'environnement, notamment de réduire les émissions de gaz à effet de serre et maintenir un certain niveau de biodiversité. C'est une fonction de préservation de l'environnement. Les éleveurs du CEDAPA souhaitent également favoriser les emplois proches de leurs exploitations, c'est une fonction sociale de contribution à l'emploi. Les éleveurs ont des attentes concernant la survie et la transmissibilité de leurs exploitations, ce qui se traduit sous la forme d'une fonction économique mesurée par la viabilité économique de l'exploitation.

Les unités fonctionnelles généralement utilisées pour représenter les fonctions des exploitations sont la quantité lait corrigée en lipides et protéines et/ou la surface totale (directe et indirecte) de la ferme (Salou et al., 2017). L'étude fonctionnelle la plus pertinente dans cette étude est l'unité de surface.

Frontières de l'étude

Des limites sont définies dans cette étude concernant le périmètre temporel s'étalant sur l'année 2020 et qui va du berceau à la porte de la ferme.

On étudie toutes les productions animales et végétales de l'exploitation agricole. Pour la production animale, les processus pris en compte sont la dynamique du troupeau, l'alimentation du troupeau, les infrastructures de l'élevage, la gestion des déjections, la consommation en eau, la consommation énergétique et les émissions directes liées à l'élevage. Pour la production végétale, les processus pris en compte sont les semences utilisées, la fertilisation, les opérations agricoles (du travail du sol jusqu'au transport post-récolte), les déjections au pâturage, et les émissions directes au champ.

1.3. Inventaire du cycle de vie (ICV)

Les données brutes sur la conduite des troupeaux et les itinéraires techniques des productions végétales sont issues d'enquête en exploitation. J'ai réalisé des formulaires pour récolter des informations auprès des différents éleveurs, avant d'effectuer leur traitement.

L'inventaire de l'exploitation va être construit en deux compartiments qui vont englober la totalité de l'exploitation: la production animale et la production végétale (cf. Figure 4). Ces deux compartiments sont en étroite interaction. La production végétale est destinée à l'alimentation des animaux. L'entièreté des surfaces consacrées à la production végétale est prise en compte. La totalité des déjections animales sont soit épandues (selon la décision de l'éleveur) soit excrétées lors du pâturage sur les parcelles de l'exploitation.

Dans les cas d'étude, les prairies représentent 46 à 65 ha de SAU. Pour simplifier la collecte de données et la modélisation des prairies, les éleveurs ont effectué entre cinq et sept groupements de prairies. Ces groupements sont basés soit sur la destination de la prairie (pâturage, herbe conservée, les deux), soit sur le type de végétation de la prairie selon la perception de l'éleveur. Pour chacun des types il leur a été demandé les itinéraires techniques, leurs rendements, leurs surfaces.

Des données non disponibles ont dû être estimées, par exemple les poids en entrée et en sortie des génisses à chaque étape de croissance. Etant donné les différents croisements présents dans le troupeau et que ces informations ne sont pas connues par les éleveurs, il a été décidé d'utiliser les moyennes de poids de Holstein sur 3 années provenant de INRAE (Le Cozler et al., PCI 2019). Les teneurs en azote et les quantités de résidus de cultures des prairies ont été estimées à partir de Vertes et al (2015).

Il est à noter que les opérations agricoles de mises en place et de semis des prairies temporaires ont été lissés sur l'ensemble de la durée de vie de la prairie. Cela pour éviter que tous les impacts liés à cette opération ne soient uniquement attribués à l'année de la mise en place de la prairie temporaire.

Les excréments d'azote par les animaux au bâtiment et au pâturage sont obtenues par bilan de masse à partir de leur alimentation (CORPEN 2001). L'azote excrété au pâturage a été réparti de manière homogène (même masse d'azote par ha) sur les prairies pâturées, en fonction de surface de chaque type de prairies. Le fumier et le lisier sont également répartis sur les cultures et les types de prairies par rapport à leur surface, tout en prenant en compte le pourcentage de surface concernée par la fertilisation au sein du type (donnée connue des éleveurs).

La construction de l'inventaire de cycle de vie des exploitations agricoles (cf Figure 3), s'appuie sur le logiciel MEANS-InOut (v3.1.1, Auberger et al. 2018). MEANS-InOut permet de calculer les émissions directes des cultures et des productions animales selon la méthodologie Agribalyse (Koch et Salou, 2020). Les données d'arrière-plan (achats extérieurs à l'exploitation tels que les aliments, les semences, les machines agricoles, l'énergie, etc...) proviennent des bases de données d'Agribalyse 3.0 et d'Ecoinvent 3.5 cut-off.

Pour prendre en compte et analyser tout le cycle de vie (cf Figure 4) on utilise SimaPro v9.0.

1.4. Analyse des impacts du cycle de vie

La méthode d'analyse pour calculer les impacts environnementaux avec les catégories d'impacts pertinentes pour l'étude se base sur les indicateurs retenus par Nitschelm et al 2020. Avec cette méthode quatre catégories d'impacts vont être retenus (Galland, 2019) :

- a. Changement climatique, qui regroupe les émissions de gaz à effet de serre, le CO₂, le CH₄ et le N₂O. L'unité de cet indicateur d'impact est la quantité de CO₂ équivalent (kg de CO₂ eq).
- b. L'eutrophisation marine, qui prend en compte essentiellement l'impact des nitrates sur les eaux marines. L'unité de cet indicateur d'impact est la quantité de N équivalent (kg de N eq).
- c. L'acidification des milieux, qui prend en compte l'impact de l'ammoniac et des oxydes de soufre principalement sur l'ensemble des milieux. L'unité de cet indicateur d'impact est sous la forme de quantité d'ions H⁺ équivalent (kg de H⁺ eq).
- d. Compétition pour l'usage de terres, qui prend en compte l'ensemble des surfaces de terres mobilisées pour la production de l'exploitation. Cette catégorie permet d'évaluer l'autonomie de l'exploitation vis à vis de sa production. L'unité de cet indicateur d'impact est l'hectare.an équivalent (ha.an eq).

Ces catégories d'impacts vont permettre la comparaison entre les différentes exploitations agricoles ainsi que le détail de la contribution des polluants, pour les différentes étapes du système.

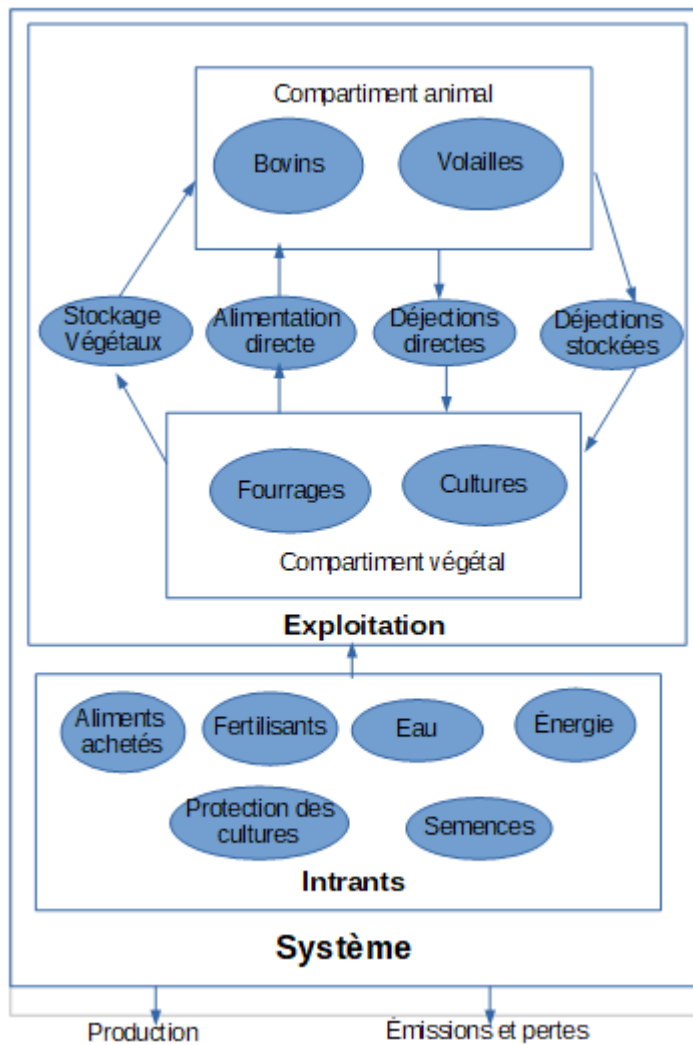


Figure 3 : Schéma bilan de l'inventaire des flux d'un système du CEDAPA

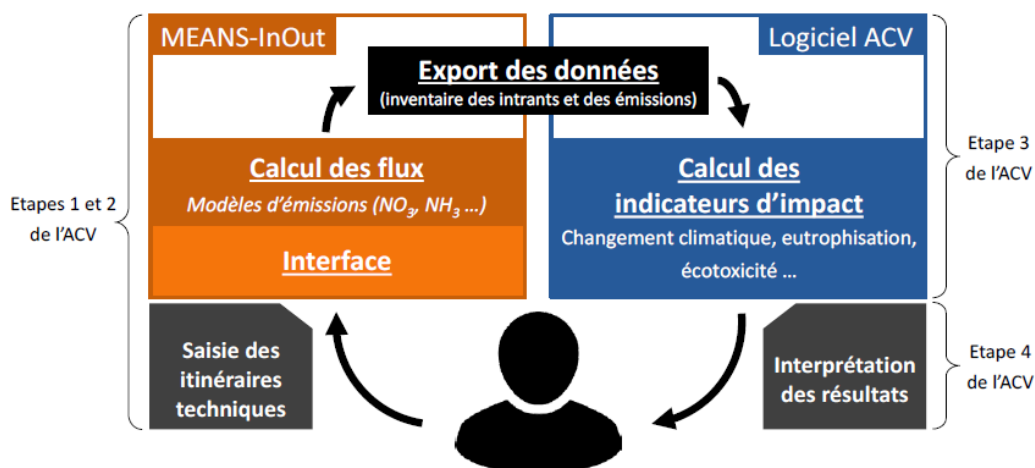


Figure 4 : Schéma de l'utilisation des logiciels MEANS et Simapro pour réaliser l'ACV (Galland, 2019)

1.5. Autres indicateurs

1.5.1. Les services écosystémiques

Les services écosystémiques rendus par les infrastructures agro-écologiques présentes sur l'exploitation (Alejandre et al 2019, Mondière et al 2020) sont évalués avec l'outil EFA calculator (Tzilivakis et al 2015). Il permet de référencer toutes les infrastructures agro-écologiques présentes sur une exploitation et de calculer les services écosystémiques rendus par ces infrastructures.

Le référencement de ces infrastructures a été réalisé en se basant sur le Registre Parcellaire Graphique (RPG) constaté sur TELEPAC lors de la campagne 2020. Les données caractérisant chacune des infrastructures concernent le type d'infrastructure, la longueur, la largeur, la surface, la longueur de la surface adjacente à une parcelle cultivée avec et sans barrières physiques (barrière, route, chemin, etc...), l'érosion, la pente et la distance à une terre arable.

Les services écosystémiques retenus pour notre étude sont l'esthétisme, la régulation du climat, la pollinisation, le contrôle des maladies et la biodiversité. Pour chacun des services écosystémiques, le logiciel attribue des scores d'impact (sans dimension).

1.5.2. L'aspect social et l'aspect économique

Pour évaluer l'aspect social et l'aspect économique, des indicateurs issus de la méthode IDEA V4 ont été utilisés (Zahm et al 2019). Ces indicateurs ont été choisis pour représenter les fonctions des systèmes définis dans les groupes de travail cités précédemment.

La contribution à l'emploi, rattachée à la fonction sociale, se mesure en hectares par UTH de l'exploitation. Une échelle de score va permettre de quantifier la contribution à l'emploi. La viabilité économique, rattachée à la fonction économique, est le résultat de la différence entre l'EBE et les besoins financiers, divisé par le nombre d'UTH non salarié.

1.5.3. Présentation des sujets d'études : les exploitations du CEDAPA

1.5.3.1.L'exploitation d'Hillion

L'exploitation d'Hillion (Côtes d'Armor, 22) a été reprise par les exploitant actuels en 2017. Les exploitants ont un passé en tant qu'éleveurs de volailles en intensif pendant 30 ans. L'exploitation fait 81,7 ha dont 80,8 ha de Surface Agricole Utile (SAU) (cf Tableau 1). Cette SAU est composé de 65 ha de prairies temporaires, de 10 ha de maïs et de 5,3 ha de méteil (Pois fourrager/avoine/Orge et Triticale/pois fourrager). Le parcellaire de cette exploitation est très éclaté sur la commune d'Hillion. L'exploitation possède 73 vaches laitières en production (en majorité des croisements trois voies Holstein-Scandinave-Montbéliarde) en agriculture biologique et trois lots de 4650 poulets cou nu noirs en 2020. Le taux de renouvellement est de 20%, avec un premier vêlage à 26 mois (2 pics de vêlage : automne et printemps) et en étant en bi-traite. La production de lait totale est de 443000L en 2020. L'objectif de cet éleveur est de favoriser la présence de prairies sur sa SAU pour l'alimentation de son troupeau (en passant de 73 à 45 Vaches laitières), de créer des emplois dans son exploitation (projet d'un atelier de transformation, passer de trois à sept UTH sur l'exploitation). Mais également de participer à nourrir les personnes à proximité de son exploitation, en restant accessibles d'un point de vue financier via la vente directe de poulets sur son exploitation.

1.5.3.2.L'exploitation de Cléguérec

L'exploitation de Cléguérec (Morbihan, 56) a été reprise en 2016. Elle faisait de l'élevage de mouton en agriculture biologique depuis 1997. Elle est toujours en agriculture biologique aujourd'hui L'exploitant a un passé de comptable gestion et conseil pour les exploitations agricoles. La surface et la SAU de l'exploitation sont de 49 ha, composés de 46 ha de prairies et trois ha de maïs (cf Tableau 1). Le troupeau est composé de 44 vaches laitières en production (en majorité des croisements trois voies Holstein-Scandinave-Montbéliarde). Le taux de renouvellement est de 20%, avec un premier vêlage à 27 mois (deux pics de vêlage : automne et printemps) et en étant en bi-traite (sauf le dimanche en mono-traite). La production totale de lait en 2020 est de 227138L en 2020. L'objectif de cet éleveur est de faire une transition de la bi-traite à la mono-traite toute l'année. Il souhaite développer un projet de création d'un atelier de transformation en association avec un partenaire sur son exploitation pour favoriser la vente directe de lait valorisé.

1.5.3.3.L'exploitation de Tonquédec

L'exploitation de Tonquédec (Côtes d'Armor, 22) a été reprise en 2008. L'éleveur a pris la suite de la ferme familiale. L'exploitation familiale faisait autrefois de 37 ha en système conventionnel de 40 vaches laitières ($\frac{3}{4}$ Normandes et $\frac{1}{4}$ Holsteins) pour 22 ha de prairies permanentes, 11 ha de maïs et quatre ha de céréales. Actuellement l'exploitation fait 57,21 ha en tout herbe et en agriculture biologique (cf Tableau 1). Le troupeau est passé à 50 vaches laitières en production (croisements divers). Le taux de renouvellement est de 15%, en vêlage groupé de printemps et en mono-traite depuis 2018. La production de lait totale est de 186100L en 2020. L'objectif de cet éleveur est d'embaucher des travailleurs pour mieux gérer les périodes de pics de travail de ce type de système. Il souhaite également diversifier son exploitation en ouvrant des gîtes et coupler sa production laitière avec une production de volailles. Il cherche des solutions pour valoriser son stock de lait au printemps en s'appuyant sur d'éventuels partenariats pour transformer la forte production de lait au printemps.

Tableau 1 : Principales caractéristiques des trois exploitations étudiées

	Hillion	Cléguérec	Tonquédec
SAU	80,8 ha	49 ha	57,21 ha
Production de lait (en kg de FPCM)	437 800 kg	227 138 kg	186 100 kg
Production par vache (en L par an)	6070 L	5158 L	3722 L
Production de veaux (en kg)	2624 kg	1598 kg	2178 kg
Production de réformes (en kg)	8120 kg	6000 kg	4450 kg
Production de volailles (en kg)	36 104 kg	0 kg	0 kg
Cultures et fourrages vendus (en T)	0		
Ration des vaches laitières			
Part d'herbe (en % de Matière Sèche ingérée)	80%	93%	100%
Part de méteil (en % de Matière Sèche ingérée)	1%	4%	0%
Part de maïs (en de Matière Sèche ingérée%)	19%	4%	0%
Taux renouvellement (en %)	20%	20%	15%
Âge au 1er vêlage (en mois)	26 mois	27 mois	24 mois

2. Résultats

2.1. Indicateur Social

Pour l'exploitation d'Hillion, la contribution à l'emploi est de 28,45 ha par UTH (cf Tableau 2 et Tableau 3). Le score de contribution à l'emploi serait maximal pour l'exploitation d'Hillion, si 6,8 UTH étaient présents sur la ferme.

Pour l'exploitation de Cléguérec la contribution à l'emploi est de 48 ha par UTH (cf Tableau 2 et Tableau 3). Le score de contribution à l'emploi serait maximal pour l'exploitation de Cléguérec, si 4,1 UTH étaient présents sur la ferme.

Pour l'exploitation de Tonquédec la contribution à l'emploi est de 52,21 ha par UTH (cf Tableau 2 et Tableau 3). Le score de contribution à l'emploi serait maximal pour l'exploitation de Tonquédec, si 4,35 UTH étaient présents sur la ferme.

2.2. Indicateur économique

La viabilité économique pour l'exploitation d'Hillion est de 33407 euros en 2020, ce qui correspond à 1,8 SMIC par UTH non salarié (cf *Tableau 4*).

La viabilité économique de l'exploitation de Cléguérec est de 18245 euros en 2020, ce qui correspond à 0,99 SMIC par UTH non salarié (cf *Tableau 4*).

La viabilité économique de l'exploitation de Tonquédec est de 42941 euros en 2020, ce qui correspond à 2,32 SMIC par UTH non salarié (cf *Tableau 4*).

Tableau 2: Contribution à l'emploi pour chaque exploitation

Exploitation	Hillion	Cléguérec	Tonquédec
Surface (en ha)	80,8	49	52,21
UTH	2,84	1	1
Contribution à l'emploi (en ha par UTH)	28,45	49	52,21

Tableau 3: Grille des scores de la contribution à l'emploi

Contribution à l'emploi	Surface / UTH
CE < 12 ha	11
12 ha < CE < 20 ha	10
20 ha < CE < 30 ha	9
30 ha < CE < 40 ha	8
40 ha < CE < 50 ha	7
50 ha < CE < 60 ha	6

Tableau 4: Viabilité économique des différentes exploitations

Exploitation	Hillion	Cléguérec	Tonquédec
EBE	122529	49811	54010
Besoins financiers	55715	31566	11069
EBE - BF	66814	18245	42941
UTH non salariée	2	1	1
VBE= (EBE-BF)/ UTH	33407	18245	42941
SMIC net 2020	18473	18473	18473
Nombre de SMIC	1,81	0,99	2,32

2.3. Services écosystémiques rendus

Le logiciel considère que l'exploitation est découpée en différents ilots. Le logiciel quantifie les services écosystémiques rendus des infrastructures agroécologiques présentes sur chaque ilot. Les valeurs des services écosystémiques rendus sont pondérées sous la forme de scores pour chaque indicateur.

L'exploitation d'Hillion (cf Tableau 5) possède 28 ilots. Il y a 702 m² de haies par ilot, 17,3 m² par ilot d'arbres isolés, 4942,5 m² par ilot de zones boisées et 16,3 m² par ilot d'arbres alignés.

L'exploitation de Cléguérec (cf Tableau 5) possède huit ilots. Il y a 1563,8 m² de haies par ilot, 27,6 m² par ilot d'arbres isolés, 87,5 m² par ilot de zones boisées et 12,5 m² par ilot d'arbres alignés.

L'exploitation de Tonquédec (cf Tableau 5) possède 24 ilots. Il y a 822,7 m² de haies par ilot, 19,8 m² par ilot d'arbres isolés, 5268 m² par ilot de zones boisées et 343,6 m² d'arbres alignés.

Pour l'aspect culturel (cf Tableau 6), l'exploitation d'Hillion a un score de 16,53 points, l'exploitation de Cléguérec un score de 4,24 points et l'exploitation de Tonquédec un score de 15,44 points.

Pour la pollinisation et la dispersion des graines (cf Tableau 6), l'exploitation d'Hillion a un score de 27,23 points, l'exploitation de Cléguérec un score de 8,38 points et l'exploitation de Tonquédec un score de 25,48 points.

Pour la Régulation du changement climatique (cf Tableau 6), l'exploitation d'Hillion a un score de 3,24 points, l'exploitation de Cléguérec un score de 17,13 points et l'exploitation de Tonquédec un score de 4,47 points.

Pour le contrôle des maladies (cf Tableau 6), l'exploitation d'Hillion a un score de 1,12 points, l'exploitation de Cléguérec un score de 9,29 points et l'exploitation de Tonquédec un score de 1,81 points.

Pour la biodiversité (cf Tableau 6) l'exploitation d'Hillion a un score de 11,61 points, l'exploitation de Cléguérec un score de 19,14 points, et l'exploitation de Tonquédec un score de 13,03 points.

Tableau 5 : Comparaison des surfaces des infrastructures agroécologiques par ilot pour les trois exploitations du CEDAPA

	Haie (en m ²)	Arbres isolés (en m ²)	Zone boisée (en m ²)	Alignement d'arbres (en m ²)	Nombre d'ilots	Surface agricole utile (en ha)
Hillion	702,0	17,3	4942,5	16,3	28,0	80,8
Cléguérec	1563,8	27,6	87,5	12,5	8,0	49,0
Tonquédec	822,7	19,8	5268,0	343,6	24,0	52,2

Tableau 6 : Comparaison des scores de services écosystémiques rendus pour les trois exploitations du CEDAPA

	Aspect culturel	Régulation du changement climatique	Pollinisation	Contrôle des maladies	Biodiversité
Hillion	16,54	3,24	27,23	1,12	11,61
Cléguérec	4,24	17,13	8,38	9,29	19,14
Tonquédec	15,44	4,47	25,48	1,81	13,03

2.4. Résultats de l'Analyse du cycle de vie

2.4.1. Comparaison des impacts environnementaux des exploitations CEDAPA

Dans ce paragraphe, les impacts environnementaux sont calculés par unité de surface directe (en ha), (cf Tableau 7). Les exploitations de Cléguérec et d'Hillion ont un impact Changement climatique de CO₂eq similaires (respectivement 8430 kg et 9200 kg de CO₂ eq/ha). Tandis que l'exploitation de Tonquédec a un impact changement climatique de 5710 kg de CO₂ eq/ha.

Pour l'impact acidification, l'exploitation de Cléguérec prend une valeur de 70,8 kg de H⁺ eq /ha. L'exploitation de Tonquédec a une valeur de (52,9 kg de H⁺ eq/ha). Tandis que l'exploitation d'Hillion atteint 107 kg de H⁺ eq/ha.

Pour l'eutrophisation, les exploitations de Cléguérec et d'Hillion présentent des valeurs similaires (respectivement 57,7 kg et 52,1 kg de N eq/ha). Tandis que l'exploitation de Tonquédec prend une valeur de 19,5 kg de N eq/ha.

Concernant l'occupation des terres en surface directe (en ha), l'exploitation de Tonquédec présente 8820 m² de terres occupées par hectare de l'exploitation. Les exploitations d'Hillion et de Tonquédec présentent respectivement une occupation de 11800 m² et 13900 m² de terres occupées par hectare de l'exploitation.

2.4.2. Comparaisons des impacts environnementaux des exploitations du CEDAPA et de données bibliographiques

Les impacts sont ici répartis sur l'ensemble des surfaces (directes et indirectes) mobilisés pour la production. On peut considérer que cela représenterait les impacts par hectare dans le cas où l'exploitation fonctionnerait en autonomie. Les exploitations du CEDAPA sont comparées aux émissions moyennes issues de la bibliographies d'analyses d'exploitations agricoles (cf *Tableau 8*). Pour les données Eden (Van der Werf et al, 2009), six exploitations bretonnes (systèmes en agriculture biologique) servent de références. Pour Salou et al 2017, les exploitations pour Organic (système en agriculture biologique) et Grass (système tout herbe) sont des cas types d'exploitation.

Concernant l'impact changement climatique, les exploitations d'Eden et Organic présentent des impacts (entre 4887 kg et 4394 kg de CO₂ eq/ha). Les exploitations de Cléguérec, de Tonquédec et Grass se présentent comme appartenant à une gamme intermédiaire d'impact (respectivement 6065 kg, 6474kg et 6506 kg CO₂ eq/ha). L'exploitation d'Hillion appartient à une gamme supérieure d'impact changement climatique (respectivement 7797 kg de CO₂ eq/ha).

Concernant l'acidification, la référence Eden présente une gamme d'impact d'une catégorie faible (31 kg de H⁺ eq/ha). Les exploitations de Tonquédec, de Cléguérec et Organic présentent une gamme d'impacts (50,9 kg, 53,1 kg et 52,3 kg de H⁺ eq/ha). Les exploitations Grass et d'Hillion se présentent comme appartenant à une gamme supérieure d'impacts (respectivement de 84,5 kg et 107 kg de H⁺ eq/ha).

Tableau 7 : Comparaisons des différentes catégories d'impacts par unité de surface (en ha) directe des exploitations du CEDAPA.

	Réchauffement climatique (en kg de CO2 eq.ha)	Acidification (en kg de H+ eq.ha)	Eutrophication (en kg de N eq.ha)	Occupation des terres (en m ² eq)
Hillion	9200	107	52,1	11800
Cléguérec	8430	70,8	57,7	13900
Tonquédec	5710	52,3	19,5	8820

Tableau 8 : Comparaisons des différentes catégories d'impacts par unité de surface (en ha) directe et indirecte des exploitations du CEDAPA et de données issues de la bibliographie.

	Réchauffement climatique (en kg de CO2 eq)	Acidification (en kg de H+ eq)	Eutrophication (en kg de N eq)	Occupation des terres (en m ² eq)
Hillion	7797	90,7	44,15	10000
Cléguérec	6065	50,9	41,51	10000
Tonquédec	6474	59,3	22,11	10000
Eden (Van der Werf et al, 2009)	4887	31	20,7	NC
Organic (Salou et al, 2017)	4394	53,1	36,9	NC
Grass (Salou et al, 2017)	6506	84,5	41,7	NC

Concernant l'eutrophisation, la référence Eden et l'exploitation de Tonquédec présentent une gamme d'impact de N eq d'une catégorie faible (d'environ 20 kg de H+ eq/ha). Les exploitations Organic et Grass présentent une gamme d'impacts intermédiaire (36,9 kg et 41,7 kg de N eq/ha). Les exploitations de Cléguérec et d'Hillion se présentent comme appartenant à une gamme supérieure d'impacts (respectivement 41,5 kg et 44,15 kg de N eq/ha).

2.4.3. Contribution des éléments du système aux impacts des exploitations

2.4.3.1. *Exploitation d'Hillion*

Pour le changement climatique, L'exploitation d'Hillion les émissions directes de gaz à effet de serre sont causés par les ateliers d'élevage bovin et volaille (cf Figure 5). L'élevage a une contribution de 63%, l'énergie de 13%, l'alimentation de 14%, les bâtiments de 2% et 8% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution chacun). Pour cet impact, la contribution des gaz à effet de serre,(cf Figure 9) la part du dioxyde d'azote (N₂O, issu du stockage des effluents et des émissions liées à la fertilisation au champs pour les cultures participant à l'alimentation des animaux) est de 19,67%, la part de méthane biogénique (CH₄, issu de la rumination et du stockage des déjections) est de 59,78% et la part de dioxyde de carbone fossile (CO₂, lié à la combustion de carburant pour les opérations agricoles sur les cultures essentiellement) est de 20,55%.

Pour l'acidification (cf Figure 5), l'élevage a une contribution de 57%, l'énergie de 14%, l'alimentation de 27% et 6% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution chacun).

Pour l'eutrophisation (cf Figure 5), l'élevage a une contribution de 8%, l'énergie de 8%, l'alimentation de 80% et 4% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution).

Pour la compétition pour l'usage des terres (cf Figure 5), l'alimentation a une contribution de 94%, les bâtiments d'élevage de 4% et 2% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution).

2.4.3.2. *Contribution des impacts causés par les volailles pour l'exploitation d'Hillion*

Pour le changement climatique la part des impacts des volailles est de 11,6 % (cf Figure 6). Pour l'acidification, la part des impacts des volailles est de 48,13%. Pour l'eutrophisation la part des impacts des volailles est de 19,42%. Pour la compétition des terres la part des impacts des volailles est de 14%.

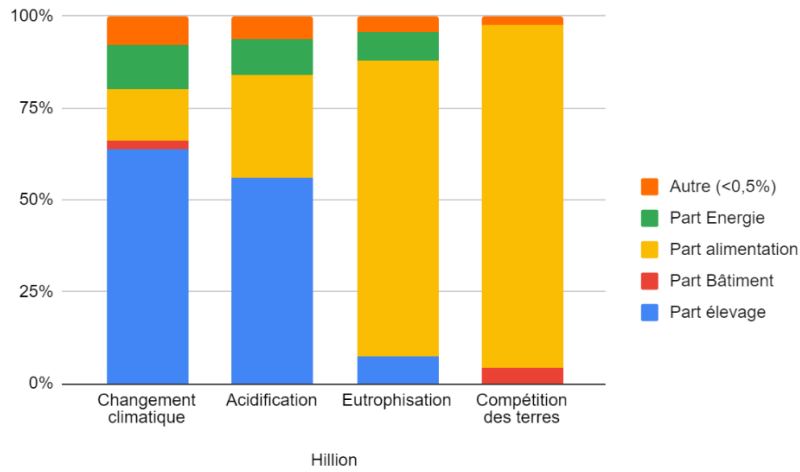


Figure 5 : Contribution des processus aux différentes catégories d'impacts pour l'exploitation d'Hillion

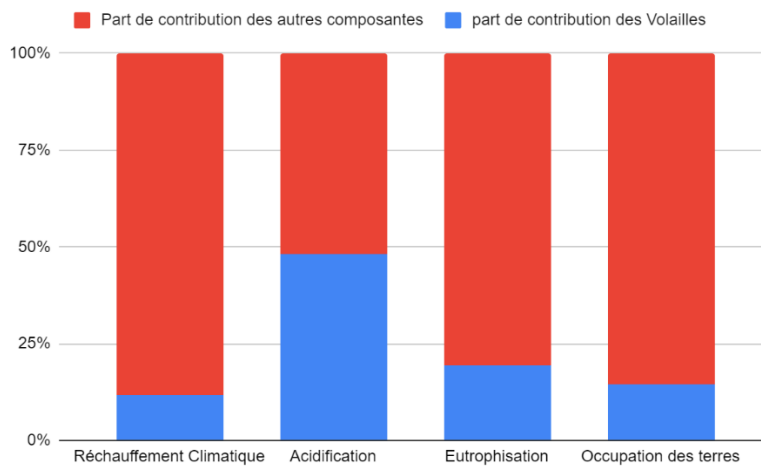


Figure 6 : Contribution de la part des impacts des volailles aux impacts totaux de l'exploitation d'Hillion

2.4.3.3. *Exploitation de Cléguérec*

Pour le changement climatique, (cf Figure 7) l'élevage a une contribution de 69%, l'énergie de 2%, l'alimentation de 19%, les bâtiments de 7% et 8% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution). Pour cet impact, la contribution des gaz à effet de serre est : (cf Figure 9) la part de dioxyde d'azote est de 21,71%, la part de méthane biogénique est de 67,49% et la part de dioxyde de carbone fossile est de 10,8%.

Pour l'acidification, (cf Figure 7) l'élevage a une contribution de 41%, l'alimentation de 49%, les bâtiments de 6% et 4% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution).

Pour l'eutrophisation, (cf Figure 7) l'élevage a une contribution de 2%, l'alimentation de 95%, les bâtiments de 2% et 1% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution).

Pour la compétition des terres, (cf Figure 7) l'alimentation a une contribution de 97%, l'énergie de 2% et de 1% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution).

2.4.3.4. *Exploitation de Tonquédec*

Pour le changement climatique, (cf Figure 8) l'élevage a une contribution de 81%, l'alimentation de 14%, les bâtiments de 3% et 2% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution). Pour cet impact, la contribution des gaz à effet de serre est : (cf Figure 9) la part de dioxyde d'azote est de 15,2%, la part de méthane biogénique est de 79,86% et la part de dioxyde de carbone fossile est de 5,06%.

Pour l'acidification, (cf Figure 8) l'élevage a une contribution de 37%, l'alimentation de 59%, les bâtiments de 2% et 2% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution).

Pour l'eutrophisation, (cf Figure 8) l'élevage a une contribution de 1%, l'alimentation de 96%, les bâtiments de 2% et 1% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution).

Pour la compétition des terres, (cf Figure 8) l'alimentation a une contribution de 99% et de 1% dans une catégorie divers (rassemblant > 0,5% de contribution).

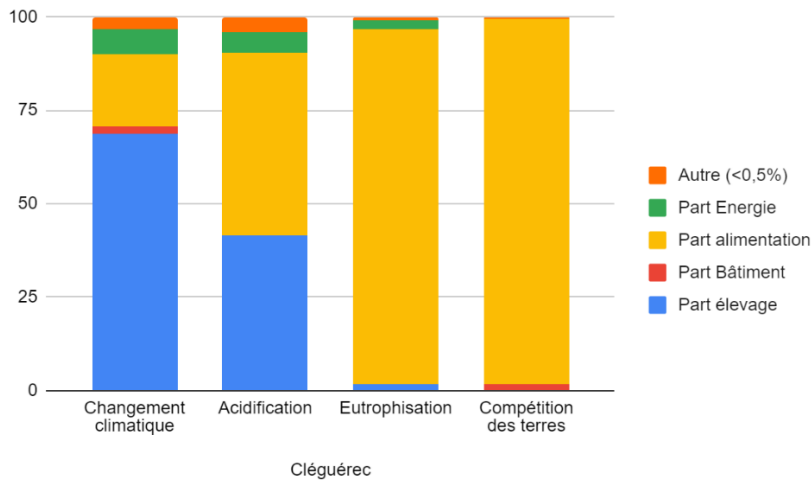


Figure 7 : Contribution des processus aux différentes catégories d'impacts pour l'exploitation de Cléguérec

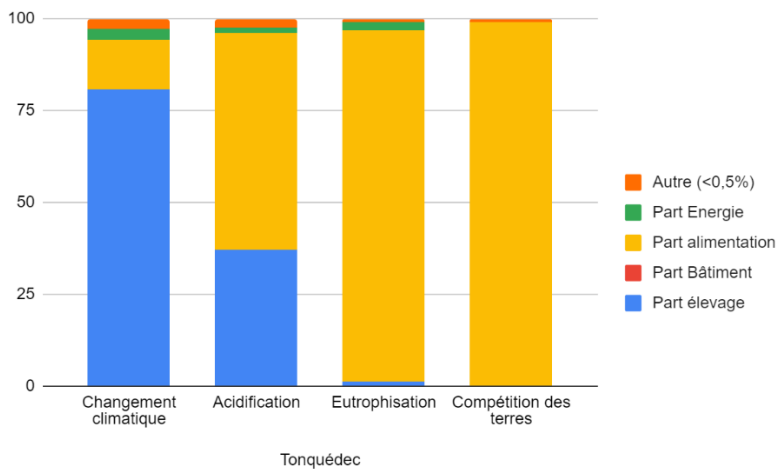


Figure 8 : Contribution des processus aux différentes catégories d'impacts pour l'exploitation de Tonquédec

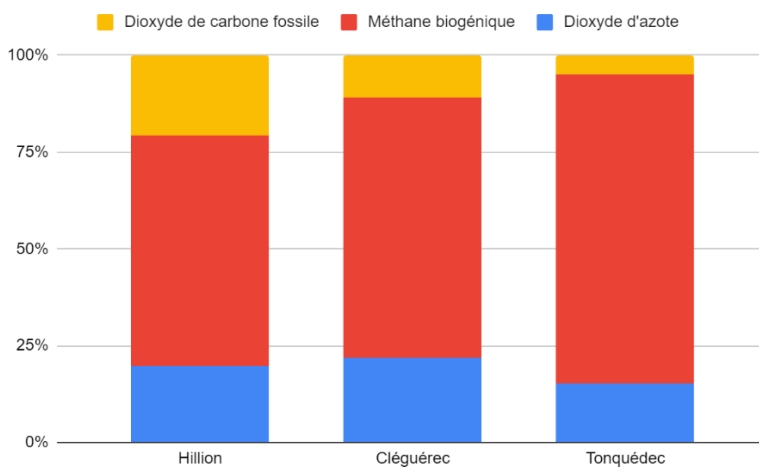


Figure 9 :Part de contribution des différentes substances pour le Changement climatique pour les exploitations du CEDAPA

2.4.4. Analyse de sensibilité de l'exploitation de Cléguérec

L'exploitation de Cléguérec sans l'achat de bétail (cf Tableau 9) voit l'impact changement climatique baisser de 31,55%, l'impact acidification baisser de 37,57%, l'impact de l'eutrophisation baisser de 33,1% et l'occupation des terres baisser de 34,1%.

2.4.5. Analyse de sensibilité de l'exploitation de Tonquédec

L'exploitation de Tonquédec avec une masse de fourrage ingérée de 16 kg de MS plutôt que 15 (cf Tableau 10) voit les impacts du changement climatique augmenter de 4,38%, les impacts de l'acidification augmenter de 15,11%, les impacts de l'eutrophisation augmenter de 4,1% et l'occupation des terres augmenter de 9,3%.

*

Tableau 9 : Tableau du pourcentage d'écart entre l'exploitation de Cléguérec avec et sans achat de bétail par unité de surface directe.

	Changement climatique (en kg de CO2 eq)	Acidification (en kg de H+ eq)	Eutrophisation (en kg de N eq)	Compétition des terres (en m ² eq)
Exploitation de Cléguérec	8430	70,8	57,7	13900
Exploitation de Cléguérec sans achat de bétail	5770	44,2	38,6	9160
Pourcentage d'écart sans achat de bétail	-31,55%	-37,57%	-33,10%	-34,10%

Tableau 10 : Tableau du pourcentage d'écart entre l'exploitation de Tonquédec avec 15 kg d'aliments par jour par vache et ou avec 16 kg d'aliments par jour par vache par unité de surface directe.

	Changement climatique (en kg de CO2 eq)	Acidification (en kg de H+ eq)	Eutrophisation (en kg de N eq)	Compétition des terres (en m ² eq)
Exploitation de Tonquédec avec 15 kg/jour/vache d'aliment	5710	52,3	19,5	8820
Exploitation de Tonquédec avec 16 kg/jour/vache d'aliment	5960	60,2	20,3	9640
pourcentage d'écart avec 16 kg/jour/vache d'aliment	4,38%	15,11%	4,1%	9,3%

3. Discussion

3.1. Indicateur social

Les exploitants installés seuls (Cléguérec et Tonquédec) sont lourdement pénalisés au niveau du score de contribution à l'emploi (cf Tableau 2 et Tableau 3). Néanmoins leurs surfaces atténuent la baisse de ce score étant donné que leurs systèmes comprennent environ 1 UGB/ha pour rester performants en terme de production. L'exploitation d'Hillion possède un score de contribution à l'emploi plus élevé de par son nombre d'UTH, et ce malgré la surface plus importante de l'exploitation.

Au printemps les pics de production de lait sont importants dans les systèmes de Cléguérec et Tonquédec (vêlages de printemps), à une période où le prix du lait est bas ce qui entraîne moins de rentabilité pour les exploitants. La valorisation de ce lait produit au printemps permettrait de dégager davantage de bénéfices tout en contribuant à la création d'emplois dans le secteur de chaque exploitation.

La prise en compte de l'aspect valorisation du lait à travers des ateliers de transformation ou de vente directe (sur les marchés, à la ferme) prend donc sens pour allier à la fois la contribution à l'emploi et de manière implicite la performance économique de l'entreprise. Cette solution pensée par les éleveurs semble être un choix intéressant dans leur volonté de produire durablement. Les nouveaux UTH issus d'un atelier de transformation et de la vente directe permettrait aux exploitations de se rapprocher de leur optimum de contribution à l'emploi.

3.2. Indicateur économique

La viabilité économique (cf *Tableau 4*) montre que l'exploitation d'Hillion possède notamment dans ses charges l'achat de fertilisant (patentkali), l'achat d'aliments volailles, l'achat d'aliments bovin, le remboursement des investissements puisque l'exploitation a été reprise en 2017. Les bénéfices dégagés par l'exploitation restent néanmoins très corrects, et tendent à permettre de nouveaux investissements dans les années à venir pour la création d'un atelier de transformation. Ce futur investissement permettra de tirer davantage de bénéfices en étant en lien avec la contribution à l'emploi.

La viabilité économique (cf *Tableau 4*) montre que l'exploitation de Cléguérec dégage des revenus très limités. Cela résulte d'une accumulation de facteurs : le remboursement des investissements (l'exploitation a été reprise en 2016), l'achat d'aliments, les frais vétérinaires, l'achat de quatre vaches laitières et de trois génisses amouillantes. En effet cette exploitation a subi une augmentation de ses charges à cause de la perte de vaches en production des suites de maladies. Ces facteurs relèvent d'une année exceptionnelle d'après l'éleveur.

La viabilité économique (cf *Tableau 4*) montre que l'exploitation de Tonquédec dégage des revenus très importants. L'exploitation a été reprise en 2008, les investissements ont été remboursés. De plus ce système est uniquement basé sur le pâturage intensif et le foin pour nourrir le troupeau, il n'y a pas d'intrants et donc très peu de charges dans ce système.

La viabilité économique de l'exploitation montre le poids des investissements à rembourser et le poids des achats d'intrants dans les charges de l'exploitation. Elle met également en évidence l'impact financier de la perte de vaches pour l'éleveur.

3.3. Indicateur des services écosystémiques

L'indicateur aspect culturel est expliqué par la grande contribution des zones boisées. En effet on attribue aux zones boisées un aspect récréatif (bien-être, esthétisme) (Tzilivakis et al 2016). Les exploitations de Tonquédec et d'Hillion présentent respectivement pour les zones boisées des surfaces par hectare d'exploitation 4942,5 m² par ilot et 5268 m² par ilot (cf Tableau 5 et Tableau 6).

L'exploitation de Cléguérec ne possède que 87,5 m² par ilot en surfaces boisées. Cela explique un score plus élevé pour Tonquédec et Hillion en terme d'aspect culturel que l'exploitation de Cléguérec. Cela souligne l'importance des surfaces boisées sur les exploitations agricoles.

La pollinisation et la dispersion des graines est favorisée par la présence des alignements d'arbres, la présence de haies, mais surtout par la présence des zones boisée (Tzilivakis et al 2016). La végétation herbacée au niveau des ourlets forestiers est une source de nourriture (plantes à fleurs) importante pour les papillons, les abeilles, les syrphes. L'exploitation d'Hillion (cf Tableau 5 et Tableau 6) possède 13,84 ha de forêt et celle de Tonquédec 12,64 ha. Tandis que l'exploitation de Cléguérec n'a que 700 m² de surface boisée. Cela se traduit par score de biodiversité plus élevé pour les exploitations de Tonquédec (25,48) et d'Hillion (27,23) que l'exploitation de Cléguérec (8,38).

La biodiversité est favorisée par les zones boisées et surtout par les haies sur l'exploitation. Les haies vont servir de refuges pour les auxiliaires, les petits mammifères et les oiseaux (Tzilivakis et al 2016). Les haies vont également servir de corridors écologiques pour permettre le déplacement d'animaux. Les forêts vont permettre d'offrir un habitat pour les mammifères de plus grande taille, mais également un milieu propice au développement des lichens et des champignons. La surface de haies de l'exploitation de Cléguérec par ilot est de 1563,75 m² par ilot (cf Tableau 5 et Tableau 6). tandis que la surface des haies pour Tonquédec est de 822,68 m² par ilot et pour Hillion de 701,96 m² par ilot. Malgré des surfaces boisées plus importantes pour Tonquédec (5268 m² par ilot) et Hillion (4942,5 m² par ilot), la contribution de biodiversité des haies est supérieure à celui des zones boisées. Ce qui explique une plus grande biodiversité pour l'exploitation de Cléguérec.

L'indicateur régulation du changement climatique reflète la séquestration de carbone sous les haies (Tzilivakis et al 2016). Les haies vont permettre de réduire les émissions de gaz à effet de serres en favorisant la séquestration du carbone dans le sol (Tzilivakis et al 2016). Cléguérec possède davantage de haies par ilot (1563,8 m² par ilot). Hillion possède 702 m² par ilot de haies et Tonquédec 822,7 m² par ilot (cf Tableau 5 et Tableau 6).

Ce qui justifie une meilleure séquestration du carbone par ces haies pour chacun des ilots pour l'exploitation de Cléguérec.

La protection des maladies et des ravageurs, est réalisée à l'aide de barrières écologiques naturelles telles que les haies qui permettent de limiter la progression des maladies et des ravageurs (Tzilivakis et al 2016). L'exploitation de Cléguérec possède davantage de haies par ilot que les deux autres exploitations (cf Tableau 5 et Tableau 6). Cette surface de haies par ilot va permettre d'offrir une meilleure protection contre les maladies et les ravageurs pour un ilot sur l'exploitation.

3.4. Analyse du cycle de vie

L'unité fonctionnelle choisie pour l'étude est l'unité de surface (ha) pour permettre de comparer l'exploitation d'Hillion qui produit à la fois du lait et des volailles, avec les deux autres exploitations qui ne produisent que du lait.

La comparaison avec les références bibliographiques (cf *Tableau 7*) a permis de situer et de vérifier la tangibilité des données des exploitations du CEDAPA en terme d'impacts par unité de surface (directes et indirectes). On peut néanmoins prendre les écarts avec les résultats d'Eden avec prudence, en raison des évolutions apportées par les méthodes de caractérisation et les bases de données en arrière-plan (ecoinvent 2.2 au lieu de 3.5) depuis 2009. Pour Organic et Grass, la base de données utilisée est ecoinvent 2.2 au lieu de ecoinvent 3.5 dans notre étude.

La proximité des quantités d'impacts des exploitations de Tonquédec et de Cléguérec, pour les surfaces directes et indirectes, montre que ces systèmes sont proches en termes d'impacts et donc, de performance environnementale (cf *Figure 8*). L'exploitation de Tonquédec est un système qui fonctionne sans intrants, qui alimente son troupeau uniquement avec des pâtures et du foin. Et l'exploitation de Cléguérec est un système qui fonctionne avec une faible quantité d'intrants (achats de 120 kg de semence de maïs bio et de huit tonnes de mélange féverole-avoine). Cependant, les impacts par unité de surfaces directes sont nettement plus élevées pour toutes les catégories d'impacts pour Cléguérec en comparaison avec Tonquédec (cf *Tableau 7*). Ces impacts pour l'exploitation de Cléguérec sont causés par l'achat de vaches et de génisses amouillantes (cf *Tableau 7*).

Les achats de bétail ont été nécessaires pour pallier à la perte d'une partie du troupeau des suites de maladies. Cependant, une analyse de sensibilité devra être effectuée pour quantifier les impacts de la perte de ces vaches. Sans ces achats, les impacts environnementaux baissent de quasiment 30%. Les impacts deviennent alors très similaires à ceux de l'exploitation de Tonquédec (cf *Tableau 7*) en surface directe.

Pour l'exploitation d'Hillion, les impacts sont plus élevés par rapport à Tonquédec et à la bibliographie sur le changement climatique, l'acidification et l'eutrophisation. Cela s'explique par les composantes de ce système.

Pour l'exploitation d'Hillion, la contribution de l'élevage sur le changement climatique et la part d'énergie contribuant au changement climatique est supérieure dans cette exploitation (*Figure 5*) en comparant avec les autres exploitations (cf *Figure 8* et *Figure 7*). L'augmentation de la consommation énergétique s'explique par le fait que les bâtiments volailles soient chauffés. La part des impacts des volailles contribue fortement à l'acidification (48%) et à l'eutrophisation (19,5%) (cf *Figure 6*). En comparaison, l'exploitation d'Hillion possède une acidification 1,5 fois plus importante que Cléguérec et deux fois plus importante que Tonquédec. Pour l'eutrophisation, l'exploitation d'Hillion a des impacts 2,6 fois plus importants qu'à Tonquédec. La présence de 3,5 lots par an de 4485 poulets chair en est en grande partie responsable. Le NH₃, contenu dans les fientes des volailles va former des particules de nitrates ou de sulfates d'ammonium. Ces particules sont responsables de l'acidification et de l'eutrophisation des milieux.

On constate également que la part des émissions de dioxyde de carbone fossile est plus importante pour cette exploitation (20,5%) que pour les deux autres (5,06% pour Tonquédec et 10,8% pour Cléguérec) (cf *Figure 9*). Le parcellaire de l'exploitation étant très éclaté, l'alimentation des vaches est basée sur de l'affouragement en vert, ce qui implique des opérations de fauches plus nombreuses et du transport jusqu'à l'exploitation. L'éleveur a également fourni comme renseignement une utilisation d'environ 1500 heures de fauche par

an avec son tracteur. Les impacts de l'exploitation d'Hillion pourrait également être réduits si les parcelles éloignées étaient regroupées pour permettre à l'éleveur d'y envoyer ses vaches. Dans ce cas il faudrait comparer les impacts que pourraient avoir un investissement dans une traite mobile pour l'éleveur et le système actuel. Ou bien via une redistribution du parcellaire sur la commune d'Hillion permettant aux vaches d'accéder aux pâtures à proximité de l'exploitation.

L'occupation des terres de ces exploitations montre 2 grands profils différents (cf *Tableau 7*) :

Le premier profil à travers l'exploitation de Tonquédec qui a besoin de 0,882 ha par hectare de son exploitation. Cela signifie que l'exploitation de 57,21 ha n'aurait besoin que de 50,5 ha pour fonctionner. Cette exploitation fonctionne donc en parfaite autonomie. Les 6,75 ha supplémentaires vont être utilisés pour produire des fourrages qui vont être stockés. Le système étant basé exclusivement sur le pâturage et le foin, il est d'autant plus sensible aux aléas climatiques. Les prairies trop humides en automne ou au printemps peuvent limiter l'alimentation via le pâturage. Les prairies trop sèches l'été auront des rendements inférieurs. Cette surface supplémentaire va jouer le rôle de tampon face à ces aléas pour permettre à l'éleveur de stocker davantage de foin et d'adapter sa durée de pâturage sur certaines parcelles pour répondre en cas de pénurie. Les éleveurs ayant des systèmes herbagers ont l'objectif de garder toujours un stock de foin de 33% supérieurs au besoin annuel de foin pour résister aux aléas. La variation des impacts selon la quantité d'herbe du troupeau (cf *Tableau 10*), démontre que pour un kg de plus ingéré par jour et par vache, les impacts augmentent d'environ 4% pour le changement climatique et l'eutrophisation. Pour l'acidification ils augmentent de 15,11% et pour l'occupation des terres de 9,3%.

Le second profil à travers les exploitations de Cléguérec et d'Hillion.

L'exploitation de Cléguérec a besoin de 1,39 ha par hectare de l'exploitation. Cela signifie que l'exploitation de 49 ha aurait besoin de 68,11 ha pour fonctionner en autonomie. L'occupation des terres est impactée par les intrants alimentaires sur l'exploitation (huit tonnes de mélange féverole-avoine) et par la surface nécessaire pour élever le bétail acheté. Cette surface pour les intrants représente 19,11 ha Cette année particulière et non représentative du système permet de révéler le poids que représente la perte et l'achat de bétail à l'extérieur de l'exploitation en terme d'impacts sur l'environnement. En effet l'occupation des terres des terres est de 0,9160 ha pour 1 ha de l'exploitation sans l'achat de bétail (cf *Tableau 9*). Ceci montre également que dans un contexte classique sur cette exploitation, le système fonctionnerait de manière autonome.

L'exploitation d'Hillion a besoin de 1,18 ha par hectare de l'exploitation. Cela signifie que l'exploitation de 80,8 ha aurait besoin de 95,5 ha pour fonctionner en autonomie. Cette autonomie est impactée par l'achat d'aliments extérieurs à l'exploitation pour les volailles. La surface nécessaire pour l'autonomie de l'exploitation est alors 14,7 ha. Sans la présence des volailles, l'exploitation verrait une baisse de la surface nécessaire de 15% (cf *Figure 6*). Ce qui ramènerait l'occupation des terres à un ha pour un ha de l'exploitation et donc à une autonomie de l'exploitation.

Les impacts lissés à travers les ha de surface indirects (*Tableau 8*) permettent de confirmer des profils similaires en termes d'impacts à l'hectare entre les exploitations de Cléguérec et de Tonquédec. L'exploitation d'Hillion, malgré une réduction des impacts, reste nettement au-dessus des deux autres exploitations en terme d'impacts. Cela appuie davantage les effets de la présence des volailles dans son système sur l'environnement.

4. BILAN DE L'ETUDE

L'ACV a permis d'évaluer et de comparer les impacts environnementaux des exploitations du CEDAPA entre elles (cf Figure 10). De plus, elle a permis d'identifier des composantes du système qui contribuent aux impacts sur l'exploitation. Pour l'exploitation d'Hillion, la présence des volailles contribue grandement à l'acidification et à l'eutrophisation des milieux, mais également des émissions de gaz à effets de serre pour chauffer le bâtiment des volailles. Les émissions de dioxyde de carbone fossile sont plus élevées pour cette exploitation en raison de l'utilisation d'un engin de fauche.

Pour l'exploitation de Cléguérec, son profil technique se rapproche de celui de Tonquédec, un système très extensif. Lorsque l'on observe les impacts par unité de surface directe, les impacts de Cléguérec se rapproche plutôt de l'exploitation d'Hillion. Des problèmes sanitaires sont supposées être les causes de ces impacts, cela sera vérifié par une analyse de sensibilité.

Pour l'exploitation de Tonquédec, l'ACV a montré que les impacts environnementaux correspondaient à un profil très extensif, en s'appuyant sur les données bibliographiques. Dans les systèmes très pâturant comme celui-ci, Il est difficile d'estimer pour l'éleveur la quantité d'herbe pâturée consommée par les vaches. L'éleveur a fourni comme information que la quantité de fourrage ingérée est de 16 kg/jour/vache. Or, ceci n'est pas cohérent avec les autres exploitations où les vaches ont un niveau de production plus élevé tout en ayant une consommation de matière sèche plus faible (15 kg/jour/Vache). C'est pour cela qu'une analyse de sensibilité a été effectuée et a permis d'évaluer une certaine incertitude des impacts produits par une augmentation de la quantité de la ration du troupeau. Il est difficile d'estimer la quantité d'herbe consommée au pâturage par les vaches, même pour l'éleveur.

L'étude présente toutefois certaines limites, même avec les systèmes simplifiés de l'étude. La récolte des données peut être biaisée par l'appréciation de l'éleveur, avec des rendements surestimés ou sous-estimés (c'est d'autant plus vrai pour les systèmes basés sur le pâturage), des poids aux différents stades de croissance éloignés de la réalité, etc... La limite temporelle à l'échelle de l'année ne permet pas de prendre en compte les effets des différents cycles d'assolement du système. La recommandation pour lisser les impacts des années exceptionnelles se fait sur cinq ans. Les données d'Agribalyse se basent sur des données moyennes (notamment pour les intrants achetés). Ce qui peut entraîner un éloignement des impacts réels sur l'exploitation si la base de données n'est pas suffisante.

Concernant les services écosystémiques rendus par les infrastructures agroécologiques, on peut constater l'importance de bénéficier de haies pour améliorer la biodiversité, la protection des parcelles contre les maladies et les ravageurs et la séquestration du carbone pour réguler les émissions de gaz à effets de serre de l'exploitation (cf Figure 11). Néanmoins d'autres infrastructures agroécologiques comme les alignements d'arbres (dans une moindre mesure) et les surfaces boisées permettent d'améliorer la pollinisation et l'aspect culturel de l'exploitation (cf Figure 11). Néanmoins, l'outil ne prend pas en compte de façon précise les interactions existantes entre différentes infrastructures d'un même ilot ni à l'échelle de l'exploitation. L'outil reste encore en version Bêta et des améliorations peuvent être poursuivies concernant ces interactions ainsi que les données sur lesquelles se base la bibliographie. Dans les systèmes étudiés, la part de SAU des prairies est très importantes. Or l'outil ne permet pas d'évaluer la biodiversité présente sur ces prairies. Il faudrait donc inclure ou trouver une autre méthode pour inclure la biodiversité des prairies dans l'étude.

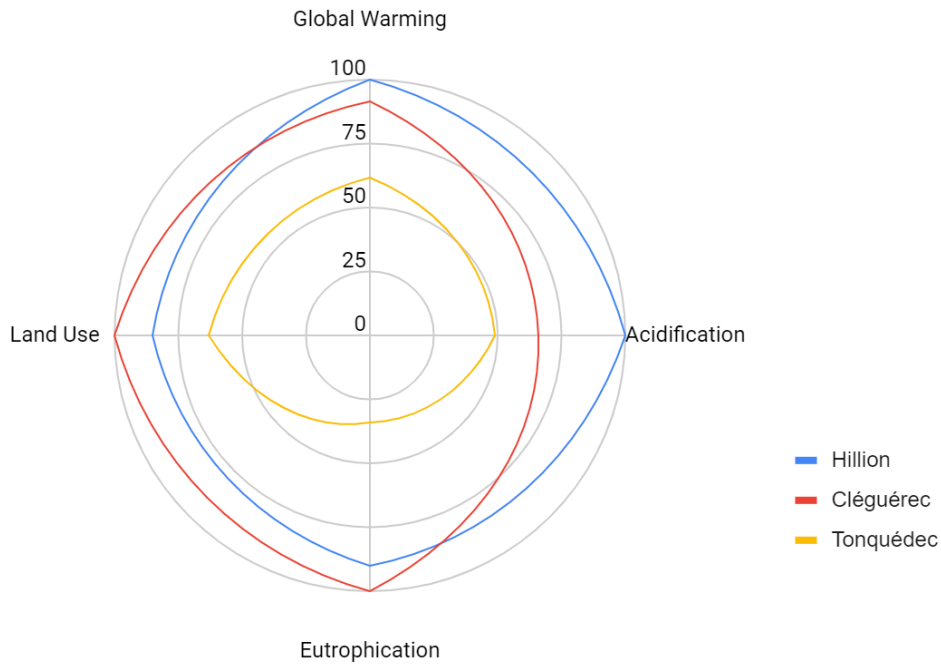


Figure 10 Comparaison des différentes catégories d'impacts par unité de surface directe entre les trois exploitations du CEDAPA

La valeur 100 correspond à l'exploitation avec la valeur la plus élevée en terme d'impacts. Plus la valeur est élevée, plus la catégorie montre des effets négatifs pour l'exploitation. Pour chaque indicateur, la valeur des autres exploitations est ramenée à un pourcentage de la valeur la plus élevée.

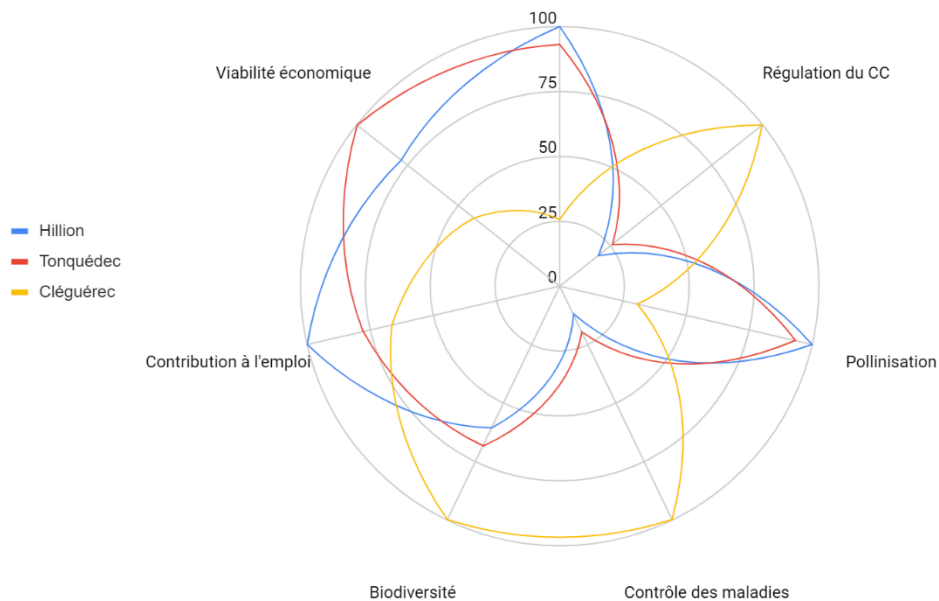


Figure 11 : Bilan de l'analyse multicritères des services écosystémiques rendus et des indicateurs socio-économiques des trois exploitations du CEDAPA.

La valeur 100 correspond à l'exploitation avec la valeur la plus élevée pour un indicateur. Plus la valeur est élevée, plus l'indicateur montre des effets positifs sur l'exploitation. Pour chaque indicateur, la valeur des autres exploitations est ramenée à un pourcentage de la valeur la plus élevée.

Pour la dimension sociale, la présence d'un atelier de transformation ou de vente directe permet d'augmenter le nombre d'UTH de l'exploitation et de se rapprocher de l'optimum de contribution à l'emploi. Cependant pour couvrir davantage la dimension sociale ils faudrait s'appuyer sur d'autres indicateurs en complément comme la pénibilité de travail, le bonheur au travail, le temps de travail, etc...

Pour la dimension économique, limiter l'utilisation d'intrants permet d'améliorer la viabilité économique de l'exploitation. Des aléas peuvent également arriver, comme la perte de bétail, perturbant la viabilité économique de l'exploitation. A cette dimension pourrait venir s'ajouter des indicateurs sur les revenus des ouvriers, la transmissibilité, l'autonomie financière, la dépendance aux aides, etc... Cela dans le but de prendre cette dimension dans son intégralité.

5. Conclusion

L'analyse de cycle de vie, de par sa dimension multicritère, permet donc d'évaluer la durabilité environnementale des exploitations agricoles dans leur globalité. Néanmoins il est nécessaire de compléter l'analyse par d'autres indicateurs des services écosystémiques rendus pour couvrir davantage la dimension environnementale de la durabilité. Cette méthode peut également faire intervenir des indicateurs socio-économiques pour mobiliser les dimensions sociales et économiques de la durabilité.

Cette étude a permis de démontrer la pertinence de la méthode de l'analyse de cycle de vie. C'est un outil très intéressant pour analyser la durabilité environnementale des exploitations agroécologiques. Elle peut toutefois gagner en précision dans son analyse en améliorant les informations des bases de données utilisées et les modèles de calculs pour les différentes catégories d'impacts. L'ACV montre qu'elle peut se placer comme méthode de référence pour évaluer la durabilité environnementale des exploitations agricoles. Cela grâce à sa complémentarité avec d'autres indicateurs comme les services écosystémiques rendus, les indicateurs socio-économiques et la biodiversité.

6. Bibliographie

Acosta-Alba, Ivonne, et Hayo Van der Werf. 2011. « The Use of Reference Values in Indicator-Based Methods for the Environmental Assessment of Agricultural Systems ». *Sustainability* 3 (2): 424-42. <https://doi.org/10.3390/su3020424>.

Alejandre, Elizabeth M., Peter M. van Bodegom, et Jeroen B. Guinée. 2019. « Towards an Optimal Coverage of Ecosystem Services in LCA ». *Journal of Cleaner Production* 231 (septembre): 714-22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.284>.

Auberger, Julie, Yannick Biard, Vincent Colomb, Dominique Grasselly, et Edith Martin. 2018. « MEANS-InOut: User-Friendly Software to Generate LCIs of Farming Systems », 5.

Bommarco, Riccardo, David Kleijn, et Simon G. Potts. 2013. « Ecological Intensification: Harnessing Ecosystem Services for Food Security ». *Trends in Ecology & Evolution* 28 (4): 230-38. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.10.012>.

Brundtland, Gro Harlem. 1987. « Notre avenir à tous ». Commission mondiale sur l'environnement et le développement.

Colomb, Vincent, Samy Ait Amar, Claudine Basset Mens, Armelle Gac, Gérard Gaillard, Peter Koch, Jerome Mousset, Thibault Salou, Aurélie Tailleur, et Hays M.G. van der Werf. 2015. « AGRIBALYSE[®], the French LCI Database for Agricultural Products: High Quality Data for Producers and Environmental Labelling ». *OCL* 22 (1): D104. <https://doi.org/10.1051/ocl/20140047>.

Corvalán, C., Simon Hales, A. J. McMichael, Millennium Ecosystem Assessment (Program), et World Health Organization, éd. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Health Synthesis*. Millennium Ecosystem Assessment. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

Foley, Jonathan A., Navin Ramankutty, Kate A. Brauman, Emily S. Cassidy, James S. Gerber, Matt Johnston, Nathaniel D. Mueller, et al. 2011. « Solutions for a Cultivated Planet ». *Nature* 478 (7369): 337-42. <https://doi.org/10.1038/nature10452>.

Frischknecht, Rolf, et Gerald Rebitzer. 2005. « The Ecoinvent Database System: A Comprehensive Web-Based LCA Database ». *Journal of Cleaner Production* 13 (13-14): 1337-43. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.05.002>.

Gliessman, S. R. 2007. *Agroecology: the ecology of sustainable food systems*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA. https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10

Gouerec, Nathalie. 2012. « CEDAPA, 30 ans d'actions ». CEDAPA.

Jolliet, Olivier, Myriam Saadé-Sbeih, et Pierre Crettaz. 2017. *Analyse du cycle de vie : comprendre et réaliser un écobilan*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.

Koch, Peter, et Thibault Salou. 2020. « AGRIBALYSE® : rapport méthodologique, volet agriculture, Agribalyse v3.0 ». ADEME.

Le Cozler, Yannick, Julien Jurquet, et Nicolas. Bedere. 2019. « Effects of Feeding Treatment on Growth Rate and Performance of Primiparous Holstein Dairy Heifers ». Preprint. *Zoology*. <https://doi.org/10.1101/760082>.

Loiseau, Eléonore, Philippe Roux, Guillaume Junqua, Pierre Maurel, et Véronique Bellon-Maurel. 2013. « Adapting the LCA Framework to Environmental Assessment in Land Planning ». *The International Journal of Life Cycle Assessment* 18 (8): 1533-48. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0588-y>.

Victor Galland. 2019. « MEANS-InOut un logiciel pour l'écoconception des systèmes agricoles ». INRAE.

Mondière, Aymeric, Michael S Corson, et Douglas J Warner. 2020. « Assessing Ecosystem Services to Address Blind Spots in Farm LCAs », 6.

Nitschelm, Laure, Julie Auburger, Hayo M.G. Van der Werf, et H. Chambaut. 2020. « Rapport du projet ACV Bio, Analyse du cycle de vie de produits issus de l'agriculture biologique française ».

Salou, Thibault, Chantal Le Mouël, et Hayo M.G. van der Werf. 2017. « Environmental Impacts of Dairy System Intensification: The Functional Unit Matters! » *Journal of Cleaner Production* 140 (janvier): 445-54. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.019>.

Solomon, Susan, Intergovernmental Panel on Climate Change, et Intergovernmental Panel on Climate Change, éd. 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge ; New York: Cambridge University Press.

Stark, F., H. Archimède, E. González-García, R. Pocard-Chapuis, A. Fanchone, et C.H. Moulin. 2019. « Evaluation des performances agroécologiques des systèmes de polyculture-élevage en milieu tropical humide : application de l'analyse de réseaux écologiques. *Innovations Agronomiques* 72, 1-14 ». <https://doi.org/10.15454/L1W6US>.

Steffen, W., K. Richardson, J. Rockstrom, S. E. Cornell, I. Fetzer, E. M. Bennett, R. Biggs, et al. 2015. « Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet ». *Science* 347 (6223): 1259855-1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>.

Stocker, Thomas F, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner, Melinda M B Tignor, Simon K Allen, Judith Boschung, Alexander Nauels, Yu Xia, Vincent Bex, et Pauline M Midgley. 2013. s. d. « Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change », 14.

Tzivilakis, J., D.J. Warner, A. Green, K.A. Lewis, et V. Angileri. 2016. « An Indicator Framework to Help Maximise Potential Benefits for Ecosystem Services and Biodiversity from Ecological Focus Areas ». *Ecological Indicators* 69 (octobre): 859-72. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.04.045>.




Vertès, F. 2015. « Légumineuses et prairies temporaires : des fournitures d'azote pour les rotations », 14.

Werf, Hayo M.G. van der, Claver Kanyarushoki, et Michael S. Corson. 2009. « An Operational Method for the Evaluation of Resource Use and Environmental Impacts of Dairy Farms by Life Cycle Assessment ». *Journal of Environmental Management* 90 (11): 3643-52. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.07.003> .

Werf, Hayo M.G. van der, John Tzivilakis, Kathy Lewis, et Claudine Basset-Mens. 2007. « Environmental Impacts of Farm Scenarios According to Five Assessment Methods ». *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118 (1-4): 327-38. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.06.005>.

Wezel, A., S. Bellon, T. Doré, C. Francis, D. Vallod, et C. David. 2009. « Agroecology as a Science, a Movement and a Practice. A Review ». *Agronomy for Sustainable Development* 29 (4): 503-15. <https://doi.org/10.1051/agro/2009004>.

Zahm, Frédéric, Adeline Alonso Ugaglia, Jean-Marc Barbier, Héloïse Boureau, Bernard Del'homme, Mohamed Gafsi, Pierre Gasselin, et al. 2019. « Évaluer la durabilité des exploitations agricoles. La méthode IDEA v4, un cadre conceptuel combinant dimensions et propriétés de la durabilité ». *Cahiers Agricultures* 28: 5. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019004>.

  	<p><i>Diplôme et Mention : Master Biologie, Agrosociences</i> <i>Parcours : Amélioration, Production et Valorisation du Végétal</i> <i>Option : Fonctionnement et Gestion des Agrosystèmes</i> <i>Responsable d'option : M. Matthieu Carof</i></p>
<p><i>Auteur : Aymeric Le Trocquer</i></p> <p><i>Date de naissance : 31 octobre 1995</i></p>	<p><i>Organisme d'accueil : UMR SAS INRAE</i> <i>Adresse : Institut Agro</i> <i>65 Rue de Saint-Brieuc</i> <i>35000 Rennes</i></p>
<p><i>Nb pages : 23 Annexe(s) : 0</i></p>	
<p><i>Année de soutenance : 2021</i></p>	<p><i>Maître de stage : Mme Julie Auberger</i></p>
<p><i>Titre français : Evaluation globale de la durabilité environnementale des systèmes bovins laitiers agroécologiques à l'échelle de l'exploitation à l'aide d'une adaptation de la méthode d'Analyse du Cycle de Vie.</i></p> <p><i>Titre anglais : Global evaluation of environmental sustainability of agroecological dairy cattle systems at farm scale using an adaptation of Life Cycle Assessment.</i></p>	
<p><i>Résumé (1600 caractères maximum) :</i></p> <p><i>L'agriculture est actuellement responsable de la majorité des impacts environnementaux. Un de ses grands enjeux est de réduire ses impacts environnementaux en trouvant de nouvelles solutions pour produire durablement. L'agroécologie se présente comme l'une des solutions envisageables pour faire face à cette problématique. Les systèmes bovins laitiers sont de bons exemples de systèmes agroécologiques qui allient production animale et végétale. Ces systèmes s'appuient sur l'utilisation de prairies pour garantir leur autonomie fourragère et une part d'herbe importante dans l'alimentation du troupeau. Trois fermes en production laitière ont été analysées par analyse du cycle de vie (ACV). L'analyse est complétée par des indicateurs évaluant les services écosystémiques et des indicateurs socio-économiques. Les impacts ont été ramenés à l'hectare de surface directe et indirecte de l'exploitation. Avec cette unité fonctionnelle, les impacts changement climatique, eutrophisation, et acidification étaient plus faibles pour l'exploitation la plus extensive, et plus importants pour l'exploitation la plus intensive. La troisième ferme a priori plus proche de la ferme la plus extensive a des impacts proches de l'exploitation la plus intensive. Ceci peut être dû à des problèmes sanitaires. L'analyse des services écosystémiques rendus montre l'importance des haies pour la biodiversité, la régulation du changement climatique, la protection contre les ravageurs et les maladies. Les surfaces boisées permettent d'améliorer l'aspect culturel et la pollinisation sur les exploitations. L'évaluation des services écosystémiques se présente donc comme une méthode intéressante pour compléter les manques de l'ACV dans l'évaluation des exploitations agricoles.</i></p>	

Abstract (1600 caractères maximum) :

Agriculture is currently responsible for the majority of environmental impacts. One of its major challenges is to reduce its environmental impacts by finding new solutions to produce sustainably. Agroecology is one of the possible solutions to this problem. Dairy cattle systems are good examples of agroecological systems that combine animal and plant production. These systems rely on the use of grasslands to guarantee their forage autonomy and a significant proportion of grass in the herd's diet. Three dairy farms were analyzed by life cycle analysis (LCA). The analysis is completed by indicators evaluating ecosystem services and socio-economic indicators. The impacts were reduced to the direct and indirect surface area of the farm per hectare. With this functional unit, the impacts of climate change, eutrophication, and acidification were lower for the most extensive farm, and higher for the most intensive farm. The third farm, which was closer to the most extensive farm, had impacts close to those of the most intensive farm. This may be due to health issues. The analysis of ecosystem services shows the importance of hedgerows for biodiversity, climate change regulation, protection against pests and diseases. Wooded areas improve the cultural aspect and pollination on the farms. The evaluation of ecosystem services is therefore an interesting method to complete the shortcomings of LCA in the evaluation of farms.

Mots-clés : Analyse du Cycle de Vie / Agriculture / Impacts / Durabilité / Environnement / Agroécologie / Elevage laitier

Key Words: Life cycle assessment / Agriculture / Impacts / Sustainability / Environment / Agroecology / Dairy-farming

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires